

## 山 澄 玲 子\*: イヌビワ属の葉の表皮系の発生 \*\*

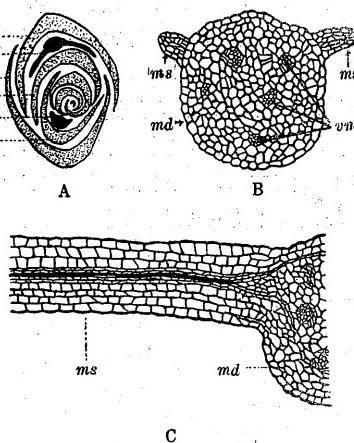
Reiko YAMAZUMI (Miss)\*: Studies on the development of epidermal system of laminas in *Ficus*\*\*

イヌビワ属の葉は多層表皮を有し、その一部に大型の特殊細胞がありその中に鐘乳体を生ずるものがあることはよく知られている。本属植物のうちインドゴムノキ *Ficus elastica* Roxburgh の鐘乳体についてすでに Ajello (1941) によつてその発生から完成までの過程が詳しく観察され、細胞学的見地からは Scott (1946) の報告がある。又、多層表皮の発達過程については Schneider (1952) が観察を行つてゐる。その他部分的観察としては、Solereder (1899), Giesenhausen (1890), De Bary (1877), Satake (1931), Möbius (1897), Mohler (1936) 及び Metcalfe and Chalk (1950) 等がある。しかしながら Ajello (1941) 其他の論文に於いては鐘乳体の発育のみに終始して

いるうらみがあり、Schneider のそれに於いても鐘乳体とは別個の観察であるところから、ここに我々の手近に求められるイヌビワ属の材料について、表皮の発達及び他の同化組織部の分化して行く時期と鐘乳体の発達との関連について多角的に追求してみることにした。材料は前記インドゴムノキのほかイヌビワ *F. erecta* Thunberg, イチジク *F. Carica* Linnaeus 及びオオイタビ *F. pumila* Linnaeus を用い、その個体について葉の発生当初から成熟葉に到るまでの発達状態を外部形態に基いて幾つかの段階にわけ、各時期の組織発達を葉の横断面について観察を進めた。

## 観 察

A. 最初の段階即ち葉芽の頃。この段階に於いては下位の葉の托葉に完全に包まれて巻いている状態にあり、個々の材料についてもその形態的差異は殆んど認められ



第 1 圖 葉芽の時期

A. 芽の横断面、s: 托葉、l: 葉、2枚ずつ  
の托葉に包まれて、葉が巻込まれた状態。B. 中  
心部（上位）の葉身の横断面。（×160）ms: 葉  
内部、md: 主脈、vm: 維管束形成部。C. 外  
部（下位）の葉の横断面。（×160）ms: 葉肉部,  
md: 主脈。

\* 東京大學理學部植物學教室。Botanical Institute, Faculty of Science, University of Tokyo.

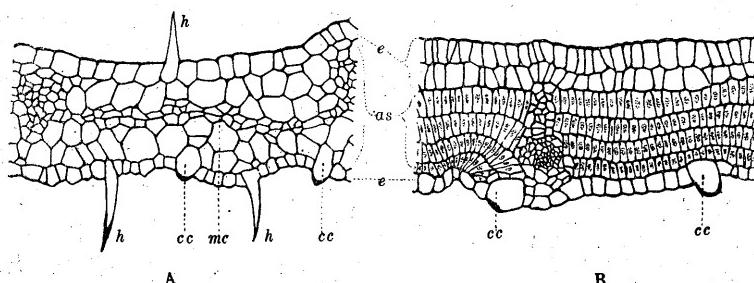
\*\* Contributions from the Division of Plant-Morphology, Botanical Institute, Faculty of Science, University of Tokyo, N. S. No. 63. 昭和 24 年 11 月日本植物學會東京支部大會にて一部を發表。

ないから一括してのべる。

先端の葉芽の部分を横断すると、第1図Aの模式図に示すように托葉、葉、托葉、葉の順に巻込まれた状態になっている。その中心部の最も若い葉では第1図Bに示すように殆んどが主脈の部分であるか、葉肉部が僅かに両側に発達する程度であつて、総ての細胞が若く未分化の状態にあるが、主脈の部には将来維管束となる前形成層がわずかに区別される。又この段階の更に外部の葉は第1図Cに示すように葉肉の部分が両翼に伸びて6-10層の細胞の厚さに発達するが、なお総ての細胞が各方面に活潑に分裂を行つてゐるのが認められる。主脈の部分には将来維管束に発達すべき細胞の見分けが一層明かとなり、又表皮に発達すると思われるやや大型の細胞が外周を劃するようになる。

B. 第二の段階、即ち下位の葉の托葉が開き新しい葉が伸び始めた頃から葉の皺が充分にのび終るまで。この時期の間に更に分化は判然となり、殊に主脈は既に相当の分化を示し各組織の見分けがつくようになるが、これに伴い材料によつてそれぞれの特長があらわれてくる。いまこの段階を便宜上二つの時期、即ちa) 托葉が開き新しい葉が伸び始めた頃、b) 葉身に於ける皺が伸び切つた頃に分ち、個々の材料につきその差異を中心説明する。

1. イヌビワ。a) 第2図Aのイチジクの図に示すと同じく最も外側に1層の表皮細胞が分化し葉身全体の表裏を縁る。葉脈の維管束形成部が、他の細胞に比べ非常に小型の細胞の一團をなし处处に現われてくる。(これは第二の段階に於ける状態として他の材料にも共通である。) 葉肉の中央部を表皮と平行に通るやや小型の細胞列があり、

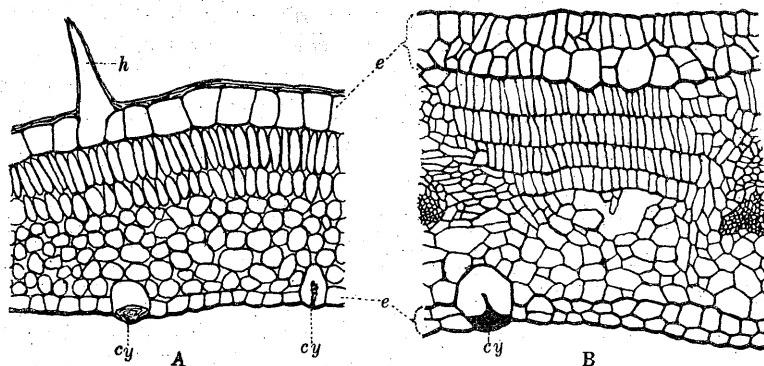


第2図 本文a)の時期の葉身の横断面。 A. イチジク(×200)。 B. オオイダビ。(×200)  
h: 毛細胞, cc: 鐘乳体細胞(何れも炭酸石灰集積の爲外側の膜が厚膜になつてゐる), mc: 同化組織形成部, 勝に分裂を行ふ。 e: 表皮 as: 同化組織部。

引続き最も活潑に分裂を行つてゐる。即ち、この部分が将来表側には柵状組織を、裏側には海綿状組織を作り出す結果になつてゐる。特殊細胞となる細胞はこのころ他の表皮細胞に比べやや大型となり或間隔を置いて認められるようになるが、鐘乳体は未だ形成

れない。またこの時期に先端の尖つた毛がいずれの表皮にも密に発生する。

b) この時期になると部分的には未だ分裂を行っている細胞群もあるが一般に分化を完了している。即ち第3図Aにみられるように表皮は表裏共1層の細胞で、裏側の表皮の所々に見られる大型の特殊細胞には、外側から内側に向つて厚膜の部分が次第に突出し、鐘乳体ができるかかつてくる。前に発生した毛の細胞はこの時期のはじめに幾分かの伸長を示すが、後に到り多くは萎縮離落し、その間隔は疎になつてきている。なおこの毛はイヌビワの場合には炭酸石灰結晶を全く欠くか、あまり顯著なものではない(第3図A及び第4図A参照)。同化組織の部分も、柵状組織及び海綿状組織の分化を完了しているが、細胞間隙は未だ非常に少ない。なおこの時期になると鐘乳体は大方分化し切つてしまい、これ以上新しく表皮中に出現して来るとは思われず、従つてその出現の頻度は成熟葉のそれと殆んど変りないものと判断できる(これは他の材料にも共通のことが述べられる)。



第3図 本文 b) の時期の葉身の横断面。A. イヌビワ ( $\times 240$ )。B. オオイタビ ( $\times 240$ )。  
cy: 鐘乳体, h: 毛細胞, e: 表皮。

2. イチジク。イヌビワと非常に類似している。托葉が開き新しい葉が伸び始めた時期、即ち a) に相当する時期に於ける内部形態は、表皮細胞が分化して葉の表裏に1層に並ぶと共に表裏共表皮に毛を生ずる。鐘乳体は未だ出現しないが表皮の所々に大型の細胞が見受けられ、その細胞膜の外側の部分の膜が厚膜になつていている場合も認められ、これが内側に入り込んで鐘乳体になる前兆と思われる(第2図A参照)。

b) この時期ではやはりイヌビワの同時期のものと大差は認められないが、ただ柵状及海綿状組織の部分は全般にやや若い状態にある。裏側表皮の所々にある大型の特殊細胞には鐘乳体が出現し、その伸長度は一様でないが次第に発達して表皮の外側から内側に向けて突出してくる。前に出現した毛は更に長く伸長するが疎になり、その先端から基部に向けて鐘乳体と同質の炭酸石灰結晶が集積するが、本種では鐘乳体のようなはつ

きりした形にならず、ただ毛の先端のある部分が炭酸石灰結晶によつて填充されるか或は僅かに棒状となつて突起する程度にとどまる。これはイヌビワの毛の場合との著しい差異である。

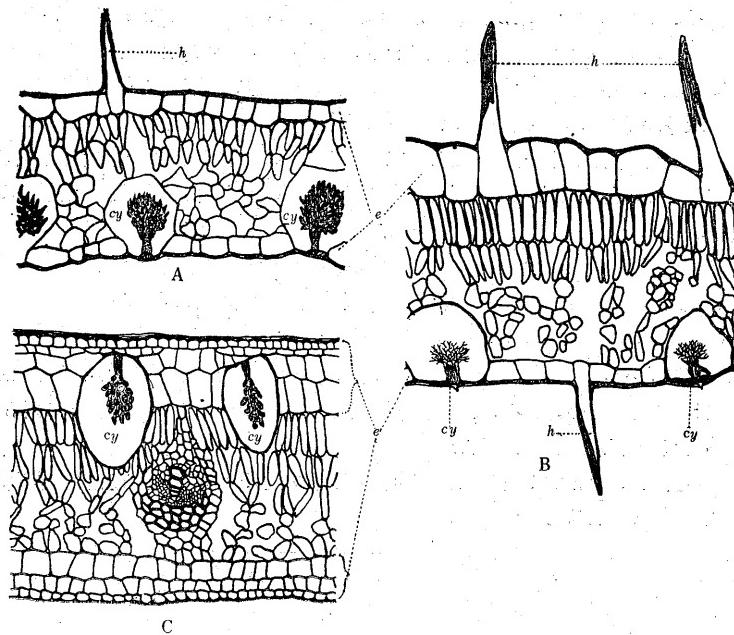
3. オオイタビ。a) 前記イヌビワ及びイチジクの場合とは可成りの差異が認められる。即ち托葉が開き新しい葉が伸び始めた頃の内部形態は第2図B.にみられるように、表皮は既に分化し、葉の表側は最初1層であつたものが横の分裂を行つて大体2層、裏側は1層に分化し未だに分裂を行つてゐる状態にある。鐘乳体に発達すると思われる細胞は裏側に、特に大型に葉肉内に突出してくる。この細胞の外側の膜は比較的厚膜で既に内部に向つてふくらみの認められる場合もある。葉肉の細胞は表側に近い程細長く裏側に近い程扁平の状態にあり、それぞれ柵状組織及び海綿状に移つて行く過程にあるようみえる。

b) この時期にある葉身を横断面から観察すると、第3図B.に示されるようにすべての細胞がおおむね分化を終了しているが未だに分裂を行つてゐる部分もある。即ち表皮細胞は表裏共更に横の分裂を続け（稀に縦の分裂もみられる）、表側の細胞は2層から3層になりかけている。但し前段階に於いて出現した大型の特殊細胞だけはますます発達し他の2層、3層の表皮細胞より内部にまで伸長し発達している。その細胞内に鐘乳体が外側から内部に向け伸びてくるが、イヌビワ、イチジク及びインドゴムノキ等に比べてあまり顯著な発達ではない。

4. インドゴムノキ。鐘乳体自体の発達過程については既に Ajello (1941) の論文に詳細に述べられているが、他の組織の発達の時期との関連性について言えば、次第に成長が進み、托葉が開き新しい葉が伸び始めた頃から成熟葉に到るまでの間に、やはり他の材料と比較して特長ある差異があらわれる。しかし一見して前記オオイタビの場合と非常に類似点を見出す。表皮の多層になつて行く過程も、他の組織の分化の過程も、葉が開いた当初はオオイタビとそれ程顯著な差異は認められない。ただその特長としては、鐘乳体の発達する特殊細胞はオオイタビのそれよりも更に大型を示すことである。又オオイタビと同様この種に於いては表皮に毛を有しない。次第に成長が進むにつれてオオイタビとも亦各組織の発達に差異を生じてくる。b) の時期に於ける葉では表皮細胞が表側は2-3層、裏側は1-2層に発達し更に分裂する途上にある (Schneider 1952)。鐘乳体はこの材料の場合は表側の表皮に発達し、他の材料に比べ成熟葉に於ける鐘乳体は最も大型を示すだけあつて、その細胞の形も非常に大きいが、この時期では未だ発達の途上にありそれ程はつきりした形も示していない。他の同化組織の発達状態はイヌビワ及びイチジクの場合と左程差異はなく、ただ葉肉部が厚い爲各組織の層が多くなつてゐる。

C. 成熟葉に於ける各材料の比較。各への成熟葉に於ける図 (第4図) はその葉の成熟の決定的段階のものであり、表皮はイヌビワ及びイチジクでは1層で裏側に顯著な鐘

乳体が完成し、表皮の一部の毛の部分にも炭酸石灰結晶の集積が非常に多量に認められる場合もあるが、イチジクに於いてはそれが顯著であり (Solereder, De Bary, Metcalfe & Chalk, Satake, 其他)、イヌビワでは判然としない。インドゴムノキでは表皮は表3-5層、裏2-3層で、その表側に非常に大形で顯著な鐘乳体が認められる (Ajello, Giesen-hagen, Zimmerman, De Bary, Mohler, Metcalfe & Chalk, 其他)。オオイタビは表3-4層、裏1-2層で鐘乳体は葉の裏側表皮に発達するが、若い葉の頃に比べ発達はあま



第4圖 成熟葉。A. イヌビワ ( $\times 170$ )。B. イチジク ( $\times 170$ )。C. インドゴムノキ ( $\times 170$ )。  
cy: 鐘乳体, h: 毛細胞, イチジクに於いては炭酸石灰の堆積をみる。e: 表皮。

り著しく無く、第3図Bに示される程度に留まり、それ以上は大きな発達は示さない。他の同化組織部もイヌビワ、イチジク及びインドゴムノキに於いては成熟するに従つて組織間の間隙が非常に多くなり粗になつてくるが、オオイタビに於いては成熟葉に到るまで組織間が比較的密であり、柵状及び海綿状組織の別も左程判然とせず、細胞の形が葉身の表面に近い程細長く、裏面に近い程扁平になるに留まる。

#### D. 総括

上記各項の観察の結果を要約すると、イヌビワ属に於いては総てが多層表皮ではなく、オオイタビ及びインドゴムノキでは葉の表裏共多層表皮であり、イヌビワ及びイチジクの表皮は表裏とも1層である。又托葉について附言すれば、他に於ける表皮は表裏共

1層であるのに比べ、インドゴムノキだけはその表側の表皮が2層になつてゐる場合が多く見受けられる。一般論として多層表皮は表皮細胞が表面に平行な面に於いて分裂した結果生ずるものであるが、その層が多くの場合食違つてゐること、又は層の数が場所によつて不揃のあることを考へる時、やはり縦、斜の面にても分裂するものと思われる。

鐘乳体の存在することは何れも共通であるが、その位置、形態、大きさ及び出現率等に於いては著しい差異がある。イヌビワ、イチジク及びオオイタビでは葉の裏面にのみ存在し、インドゴムノキでは葉の表面にのみ存在する (Satake, De Bary, Möbius, Metcalfe & Chalk)。大きさの最大はインドゴムノキ、次いでイチジク、イヌビワ、オオイタビの順で、中でもオオイタビは典型的な鐘乳体型には達しない (第3図B)。出現頻度は最多がイヌビワ、次いでインドゴムノキ、イチジク、オオイタビの順になつてゐる。なお鐘乳体発生の形態の特長として、葉の若い時期に表皮の一部に大型の特殊細胞が分化し、或程度発達を遂げた後その中に鐘乳体が表皮の外側から内側に向けて発達してくる。

イヌビワ及びイチジクでは表皮に毛を生ずるが、オオイタビ及びインドゴムノキには生じない。なおイチジクの毛の多くは炭酸石灰結晶の集積が認められる (Solereder, De Bary, Satake, Metcalfe and Chalk)。

同化組織はイヌビワ、イチジク及びインドゴムノキでは若い時期に柵状及び海綿状組織が分化し、成熟するに従つて細胞間隙が多くなるが、オオイタビは成熟葉に到るまで分化が不明瞭で殆んど間隙をみない。

なおこの研究にあたつて、御懇切な御指導を賜つた小倉謙教授、直理俊次講師に対し、深甚の謝意を表する。

### Résumé

- 1) Anatomical investigations have been carried on the leaves of *Ficus erecta*, *F. Carica*, *F. pumila*, and *F. elastica*, laying stress upon the development of the epidermal system.
- 2) When matured, epidermis is observed multiseriate on both surfaces in *F. pumila* and *F. elastica*, while it remains uniserial in *F. erecta* and *F. Carica*.
- 3) Cystoliths are found in all materials, although they are fairly variable in their positions, sizes, forms as well as in their amounts. In any case, the cystolith-cell elongates at first and when it develops to a certain extent, the accumulation of the calcium carbonate crystals starts.
- 4) In younger leaves of *F. erecta* and *F. Carica*, both surfaces are densely covered by hairs, most of which fall when matured. In *F. Carica*, the accumu-

lation of the calcium carbonate crystals occurs along the inner surface of the pointed end of hairs.

### Literature

- 1) Ajello, L.: Cytological and cellular interrelation of cystolith in *Ficus elastica*. Amer. Jour. Bot. **28** (7): 589-597 (1941).
- 2) De Bary, A.: Anatomie der Phanerogamen und Farne. Leipzig. (1877).
- 3) Giesenhausen, C.: Das Wachstum der Cystolithen von *Ficus elastica*. Flora **48**:1-30 (1850).
- 4) Metcalfe, C. R. and L. Chalk: Anatomy of the dicotyledons. Oxford. **2**: 1244-1278 (1950).
- 5) Mohler, P.: Beiträge zur Pharmakognosie der Urticales. Anatomie des Laubblattes. Thesis, Basel, 84 pp. (1936).
- 6) Möbius: Anatomie des *Ficus*-Blattes. Ber. Senckenberg. Gesellsch. **1897**: 117-138 (1897).
- 7) Paulmann, R.: Über die Anatomie der Laubblätter. Flora **107**: 227 (1914).
- 8) Satake, Y.: Systematic and anatomical studies on some Japanese plants. I. Systematic importance of spodograms in the Urticales. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo **3**: 485-511 (1931).
- 9) Schneider, R.: Histogenetische Untersuchungen über den Bau der Laubblätter, insbesondere ihres Mesophylls. Österreichischen Botanischen Zeitschrift. **99**, H. 2/3: 254-288 (1952).
- 10) Schüepp, O.: Meristeme. Handbuch der Pflanzenanatomie. Band **5**. Berlin. (1926).
- 11) Scott, F. M.: Cystoliths and plasmodesmata in *Beloperone*, *Ficus*, and *Boehmeria*. Bot. Gaz. **107** (3): 372-378 (1946).
- 12) Solereder, H.: Systematic anatomy of the dicotyledons. Oxford. **2**: 772-775 (1899) (Translated by Boodles and Fritsch).
- 13) Smith, G. H.: Anatomy of the embryonic leaf. Amer. Jour. Bot. **21**: 194-209 (1934).
- 14) Zimmermann, A. & C. Giesenhausen: Über die radialen Sträfe der Cystolithen von *Ficus elastica*. Ber. deutsch. bot. Ges. **9**: 74-77 (1891).